

REC'D 06 AUG 2003

WIPO PCT

10/539883  
Rec'd 10/19/2005

RO/KR 14.07.2003

대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0080745  
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 17일  
Date of Application DEC 17, 2002

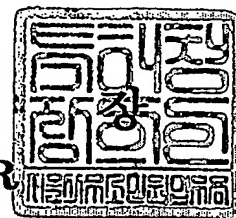
출원인 : (주)아이블포토닉스  
Applicant(s) IBULE PHOTONICS



2003 년 06 월 16 일

특 허 청

COMMISSIONER



PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002. 12. 17
【발명의 명칭】	강유전성 단결정을 사용한 막 형성 방법
【발명의 영문명칭】	METHOD FOR FABRICATING FILM USING FERROELECTRIC SINGLE CRYSTAL
【출원인】	
【명칭】	( 주)아이블포토닉스
【출원인코드】	1-2000-049710-5
【대리인】	
【성명】	위정호
【대리인코드】	9-1999-000368-8
【포괄위임등록번호】	2000-061601-0
【대리인】	
【성명】	장성구
【대리인코드】	9-1998-000514-8
【포괄위임등록번호】	2000-061592-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	은재환
【성명의 영문표기】	EUN, Jae Hwan
【주민등록번호】	760918-1536917
【우편번호】	560-241
【주소】	전라북도 전주시 완산구 효자 1동 112-14번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명】	이상구
【출원인코드】	4-2000-014775-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최병주
【성명의 영문표기】	CHOI, Byungju
【주민등록번호】	681001-1450911

【우편번호】	406-110
【주소】	인천광역시 연수구 연수동 연수 2차 아파트 109-401
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	임성민
【성명의 영문표기】	RHIM,Sung Min
【주민등록번호】	700527-1074329
【우편번호】	463-779
【주소】	경기도 성남시 분당구 수내동 푸른마을 벽산아파트 104-302
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 위정호 (인) 대리인 장성구 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	9 면 9,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	15 항 589,000 원
【합계】	627,000 원
【감면사유】	소기업 (70%감면)
【감면후 수수료】	188,100 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 강유전성이고 전광 특성, 압전 특성이 우수한 단결정을 사용하여 박막 및 후막을 제작하는 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따라 기판 위에 단결정 기판을 접합 공정을 통해 도입하거나, 단결정 막 후면에 후막을 증착하거나, PLD(Pulsed Laser Deposition) 공정을 이용하여 기판 위에 단결정막을 형성하는 방법에 따라 제조된 단결정 박막이나 후막은 종래의 방법에 따른 단결정 막보다 전기 전자 부품 및 소자에서 우수한 특성을 구현할 수 있다.

**【대표도】**

도 1

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

강유전성 단결정을 사용한 막 형성 방법{METHOD FOR FABRICATING FILM USING FERROELECTRIC SINGLE CRYSTAL}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 마이크로 액추에이터의 구조의 일예를 도시한 단면도이고,

도 2a 내지 도 2h는 본 발명에 따라 접합 공정을 이용한 단결정막 제작 공정 및 소자 제작 과정을 도시한 것이며,

도 3a 내지 도 3h는 본 발명에 따라 진공 증착 공정을 단결정막 제작 공정 및 소자 제작 과정을 도시한 것이며,

도 4a 내지 도 4g는 본 발명에 따라 PLD(Pulsed Laser Deposition) 공정을 이용한 단결정막 제작 공정 및 소자 제작 과정을 도시한 것이며,

도 5는 마이크로 액추에이터를 이용한 압전 방식의 잉크젯 프린터 헤드의 일실시예를 도시한 측단면도이며,

도 6은 잉크젯 프린터 헤드의 구조의 일실시예를 도시한 평면도이다.

\* 도면의 부호에 대한 간단한 설명

4: 기판 영역            6: 진동판            7: 하부 전극

8: 압전 단결정        9: 상부 전극

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<10> 본 발명은 탁월한 압전 특성, 강유전체 특성, 전기기계적특성, 전기광학적 특성 등을 가진 단결정을 사용하여 일반적인 액추에이터, 잉크젯 프린터 헤드용 마이크로 액추에이터, 고주파 대역의 초음파 탐촉자, 디스플레이용 마이크로 액추에이터 등의 전기 전자 부품에 사용되는 단결정 막을 제작하는 새로운 방법에 관한 것이다.

<11> 지금까지 전자부품용 단결정 박막 및 후막은 주로 PZT를 스크린 프린팅법(Screen Printing Method) 또는 졸-겔 방법을 이용하여 코팅한 후 소결을 통해 결정화를 하여 사용하거나 혹은 진공 증착법을 이용하여 ZnO 등의 박막을 증착하여 박막을 형성하여 사용하였다.

<12> 그러나, 이러한 방법의 경우 박막 형성 방법은 비교적 간단하나 막의 손실 전류가 크고, 전기기계결합 계수 값이 떨어지고, 유전상수 값이 떨어지는 등 그 특성이 좋지 않아 고성능을 요구하는 부품을 제작하는 방법으로는 적합하지 못하였다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<13> 본 발명은 종래 방법에 따른 박막이나 후막을 포함하는 부품 및 소자들의 성능상의 한계를 극복하기 위해 안출된 것으로, 우수한 강유전체이며 전기·광학적 특성값이 우수

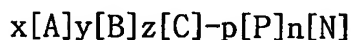
한 단결정을 이용하여 새로운 방법으로 단결정 막을 제작하고, 이 단결정 막을 사용하여 여러 가지 부품 및 소자의 성능을 향상시키는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <14>      상기의 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 단결정성 박막을 포함하는 전자 부품 또는 소자의 제조방법에 있어서 단결정성 박막이, 1) 강유전성 단결정 기판을 전도성 접착체에 의해 접합 방법으로 그의 하부층과 접합하거나, 2) 강유전성 단결정성 기판 상에 증착법에 의해 그의 하부층을 증착시키거나, 또는 3) 강유전성 단결정성 막을 PLD(pulsed laser deposition) 공정에 의해 그의 하부층 상에 증착시킴으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 방법이 제공된다.
- <15>      이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.
- <16>      본 발명의 단결정 막 제조방법은, 강유전체이며 전기기계적 특성, 전기광학적 특성이 우수한 여러 가지 단결정을 이용하고, 이를 접합 공정, 진공 증착 공정 또는 PLD(Pulsed Laser Deposition) 공정을 통해 박막으로 형성함을 특징으로 한다.
- <17>      본 발명에 사용될 수 있는 그러한 강유전성 단결정 물질로는 PMN-PT (납 마그네슘 나이오베이트-납 티타네이트계 물질), PZN-PT (납 아연 나이오베이트-납 티타네이트계 물질), LN ( $\text{LiNbO}_3$ ; 리튬 나이오베이트), 및 LT ( $\text{LiTaO}_3$ ; 리튬 탄탈레이트) 등 여러 가지 압전 단결정, 전광 단결정 물질들이 있다.

<18> 상기 PMN-PT 계 및 PZN-PT 계 물질로는 예를 들면 하기 화학식 1의 조성을 가진 물질들이 있으며, 이들은 예를 들면 한국 특허공개 제2001-96505호에 기재된 방법으로 제조될 수 있다.

<19> 【화학식 1】



<20> 상기 식에서,

<21> [A]는 납 마그네슘 나이오베이트[Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>] 또는 납 아연 나이오베이트[Pb(Zn<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>]이고,

<22> [B]는 납 타이타네이트[PbTiO<sub>3</sub>]이며,

<23> [C]는 리튬 탄탈레이트[LiTaO<sub>3</sub>] 또는 리튬 나이오베이트[LiNbO<sub>3</sub>]이고,

<24> [P]는 백금, 금, 은, 팔라듐 및 로듐으로 이루어진 군 중에서 선택된 하나의 금속이며,

<25> [N]은 니켈, 코발트, 철, 스트론튬, 스칸듐, 루테튬, 구리 및 카드뮴으로 이루어진 군 중에서 선택된 하나의 금속의 산화물이고,

<26> x는 0.65 보다 크고 0.98 보다 작은 수이며,

<27> y는 0.01 보다 크고 0.34 보다 작은 수이고,

<28> z는 0.01 보다 크고 0.1 보다 작은 수이며,

<29> p 및 n은 각각 0.01 보다 크고 5 보다 작은 수이다.

<30> 상기 LN과 LT의 단결정 물질은 초클라스키 방법(Czochralski's method)에 의해 제조할 수 있으며 원료 물질로는 LN의 경우 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, LT의 경우 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를



통상 사용한다(문헌[Yuhuan Xu, Ferroelectric materials and thier applications, pp 221-224, North-holland 1991] 참조).

<31> 특히, 상기 화학식 1의 단결정 재료는 기존의 PZT 단결정 혹은 다결정 박막에 비해 전기기계결합 계수가 월등히 높을 뿐 아니라 넓은 구동 전압을 가지고, 전원이 공급되었을 때 압전체의 휨변형 크기가 크고, 이 휨변형의 범위가 넓으며, 전기기계적·전기광학적 특성이 우수한 것으로, 단결정이 가지는 주어진 공간에서 가장 밀접된 원자 및 분자들의 질서 정연한 배열로 인하여 미세 가공이 가능하다는 잇점이 있다.

<32> 본 발명에서 사용한 상기 화학식 1의 단결정 및 종래 물질들의 유전 상수와 손실 압전 상수, 및 전기기계 결합계수 특성값들을 비교하여 하기 표 1에 나타내었다(문헌 [K.H. Hellwege et al., Landolt-Bornstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology; pp 125, Spring-Verlag Berlin NY 1981] 참조).

<33> 【표 1】

	PZT-5A	PZT-5H	모토롤라 3203 HD	본 발명에서 사용한 단결정
유전상수	1700	3400	3800	5500
손실압전상수	0.02	0.02	0.02	0.006
$d_{33}$ (pC/N)	374	593	650	2500
$k_{33}$	0.705	0.75	0.75	0.93

<34> 상술한 단결정 재료들 이외에도 유전상수 값이 1000 이상의 범위를 만족한다면 다른 물질들도 사용가능하다.

- <35> 본 발명에 따른 단결정막의 제작 공정을, 단결정 막이 마이크로액추에이터에 적용되는 경우를 예로 들어, 도면을 참조로 설명하면 다음과 같다.
- <36> 도 1은 마이크로 액추에이터의 개략도로서, 전계를 가해주기 위한 상부 전극(9)과 하부 전극(7)과 그 사이의 압전 단결정(8), 그리고 압전 단결정(8)의 변위에 의해 진동하는 진동판(6)과 기관 영역(4)의 구조를 가지고 있다. 제작 부품이 달라지게 되면, 상부 전극(9)과 하부 전극(7), 압전 단결정(8)의 구조는 기본적으로 같으나 그 하부의 진동판(6)과 기관 영역(4)의 구성이 부품 목적에 따라 달라지게 된다. 진동판(6)과 기관 영역(4)의 형성은 기존 공정으로 쉽게 제작할 수 있으나 고성능의 단결정막을 제작하는 방법은 지금까지는 그리 쉽지 못하였다.
- <37> 본 발명에서는 고성능 단결정막(8)을 제작하기 위해 다음과 같은 세 가지 방법을 채택하였다. 첫째 방법은 단결정 기관(8)과 하부전극(7) 사이의 접합 방법으로, 이는 수 내지 수백  $\mu\text{m}$  범위로 미리 연마된 단결정 기관을 접합 공정을 통해 실리콘 기관 위에 도입하는 방법과 실리콘 기관이나 별도의 지지체 위에 단결정을 부착한 후 일반 기계적 연마(MP; mechanical polishing), 화학 기계적 연마 공정(CMP; chemical-mechanical polishing)등을 통하여 필요한 두께의 막으로 연마하는 방법을 포함한다. 둘째 방법은 단결정 기관(8) 후면에 진공 증착법이나 스크린 프린팅법을 이용하여 하부 전극(7)과 진동판(6)과 기관 영역(4)을 순차 형성하는 방법이다. 또한, 셋째 방법은 적절한 하부 전극(7) 물질을 진동판(6) 위에 증착한 후 그 위에 PLD(Pulsed Laser Deposition) 공정으로 단결정막(8)을 형성하는 방법이다.
- <38> 이러한 본 발명의 방법들은 기존의 제작 공정에서 단결정 박막을 형성하기 위해 사용했던 고온 열처리(약 1000  $^{\circ}\text{C}$ ) 공정을 생략할 수 있게 하여 백금 등의 비싼 전극 물질

대신 알루미늄 등 비교적싼 가격의 전극을 사용할 수 있게 함으로써 생산비 절감 효과도 얻을 수 있다.

<39> 도 2a 내지 도 2h는 본 발명의 한 태양에 따라 접합 공정을 이용한 단결정막 제작 공정 및 소자 제작 과정을 도시한 것이다. 우선, 도 2a는 예를 들면 실리콘 기판(40) 상에 산화방법을 통해 여러 가지 소자들의 진동판으로 사용되는 1~5  $\mu\text{m}$  정도의  $\text{SiO}_2$  박막(60)을 형성하는 통상의 단계를 나타낸 것으로, 이때 산화방법은 고온의 노내에 산소를 넣어주면서 진행하는 열산화 방법과 수증기를 넣어주면서 진행하는 습식 산화 방법을 사용할 수 있다. 또한 두꺼운 두께의  $\text{SiO}_2$  박막을 효과적으로 형성하기 위하여 300~500 nm의  $\text{SiO}_2$  박막을 산화 방법으로 형성하고 화학 기상 증착 방법에 의해  $\text{SiO}_2$  박막을 추가로 성장시키는 방법을 사용할 수도 있다.

<40> 도 2b 및 2c는 형성된  $\text{SiO}_2$  진동판(60) 위에 하부 전극으로 사용될 금 또는 은 성분 함유 에폭시 페이스트 접착제(70)를 적용한 후 열처리하여 단결정(80)을 접합하는 단계를 나타낸다. 단결정(80)의 진동을 진동판(60)을 통해 효과적으로 전달하기 위해서는 단결정(80)의 균일한 접합이 매우 중요한 요소이다. 이를 위해서는 접착제층(70)의 균일한 형성이 중요한 역할을 하며, 본 발명에서는 접착제(70)층을 형성하는데 스핀 코팅(spin coating)법과 스크린 프린팅(screen printing)법을 바람직하게 이용한다. 접착제(70) 층의 두께는 대략 1~5  $\mu\text{m}$  정도(건조상태 기준)가 적합하다. 하부 전극(70)과 단결정(80)의 접합을 위한 열처리는 100 ~ 150  $^{\circ}\text{C}$  정도에서 1~2 시간 수행할 수 있으며, 경화온도를 낮추고 경화 시간을 길게 할수록 전극층에 기포의 발생 등이 줄어들어 우수한 특성의 전극을 형성할 수 있다. 150  $^{\circ}\text{C}$  이상에서 경화하면 더 빠른 시간 안에 경화되나 기포의 발생이 많은 편이다.

- <41> 단결정(80)은 접합하기 전 또는 접합후에 기계적 연마 또는 화학기계적 연마 공정에 의해 1 내지 100  $\mu\text{m}$ 의 두께로 연마한다.
- <42> 상기와 같은 접합방법과는 달리, 알루미늄, 금 등의 전도성 전극을 진동판(60)과 단결정(80) 양면에 각각 스퍼터링법(Sputtering method)이나 전자빔 증발법(Electron beam evaporation method)으로 형성한 후 압력을 가하면서 400~500  $^{\circ}\text{C}$ 에서 열처리를 통해 두 금속 전극층을 접합함으로써 진동판(60)과 단결정(80)이 접합되도록 할 수도 있다.
- <43> 도 2d는 접합된 단결정 기판(80)을 화학 기계적 연마 공정을 이용하여 1~100  $\mu\text{m}$  정도로 연마하여 단결정막을 형성하는 단계를 나타내며, 도 2e는 식각 공정에 의해 박형화된 단결정막(80) 위에 상부 전극(90) 물질을 스퍼터링법(sputtering method)이나 전자빔 증발법(electron beam evaporation method)을 이용하여 형성하는 단계를 나타낸다. 기존의 PZT를 이용하여 부품 및 소자를 제작하는 경우는 PZT를 스크린 프린팅법으로 형성한 후 약 1000  $^{\circ}\text{C}$  정도에서 소결을 통해 다결정 박막을 형성하는 방법을 사용하였으며, 따라서 전극 물질로서 녹는점이 낮은 알루미늄 등을 사용하지 못하고 백금, 금, 은 등의 고가의 물질만을 사용할 수 있었다. 이에 비해 본 발명의 방법으로 단결정막을 제작하는 경우는, 부품 및 소자 제작 과정에서 소결 공정이 필요하지 않기 때문에 전체 공정에서 고온을 필요로 하는 공정을 생략할 수 있으며, 따라서 저가의 알루미늄 등의 물질을 전극물질로 사용할 수 있다. 상부 전극의 두께는 대략 1~5  $\mu\text{m}$  범위이다.
- <44> 도 2f는 하부 및 상부 전극(70 및 90)이 형성된 압전 단결정(80)에 10~100 kV/cm의 전계를 100~300  $^{\circ}\text{C}$ 에서 10~100 분 인가하여 분극 처리된 단결정막(80a)을 형성하

는 단계를 나타낸다. 도 2g는 실리콘 기판(40)을 포토레지스트 공정과 건식 식각 공정을 통해 제작하고자 하는 소자의 기판 영역(40, 40a)으로 형성하는 단계를 나타낸다. 도 2h는 진동 영역(40a) 위치에 포토레지스트 공정, 건식 식각 공정, 또는 다이싱(dicing) 공정을 이용하여 일정한 패턴을 형성하는 단계를 나타낸다.

<45> 도 3a 내지 3h은 본 발명의 다른 한 양태에 따라 진공 증착 공정을 이용한 단결정 막 제작 공정 및 소자 제작 과정을 도시한 것이다. 우선, 도 3a는 제작 단계중 깨지거나 손상을 입지 않을 정도의 두께, 예를 들면 100 내지 400  $\mu\text{m}$ 로 연마된 단결정 기판(180) 후면에 진공 증착법을 이용하여 1~5  $\mu\text{m}$  정도의 하부 전극(170) 물질을 형성하는 단계를 나타낸다. 증착 방법은 스퍼터링법과 전자빔 증발법 등을 이용할 수 있으며, 전극 물질로는 알루미늄, 금, 은, 백금, 티타늄, 크롬, 구리 등을 사용할 수 있다.

<46> 도 3b는 하부 전극(170) 위에 진공 증착법을 이용하여 1~5  $\mu\text{m}$  정도의  $\text{SiO}_2$  진동판(160)을 형성하는 단계를 나타낸다. 본 발명에서는  $\text{SiO}_2$  이외에  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$  등의 물질을 역시 진동판으로서 사용할 수 있으며, 진동판의 형성에는 산화물 물질을 빠른 속도로 증착할 수 있는 전자빔 증발법(Electron beam evaporation method)을 바람직하게 이용할 수 있다.

<47> 도 3c는 진동판(160)위에 진공 증착법을 이용하여 10~400  $\mu\text{m}$  정도의 기판 영역(140)을 형성하는 단계를 나타낸다. 증착방법은 빠른 속도로 두꺼운 두께를 증착할 수 있는 전자빔 증발법을 사용하거나 스크린 프린팅법을 사용하는 것이 바람직하며, 기판물질로서는  $\text{Si}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$  등을 사용할 수 있다.

- <48> 도 3d는 단결정 기판(180)을 기계적 연마 또는 화학 기계적 연마 공정을 이용하여 1~100  $\mu\text{m}$  정도로 박형화하여 단결정막을 형성하는 단계를 나타낸다.
- <49> 도 3e는 박형화된 단결정막(180) 위에 진공 증착법을 이용하여 1~5  $\mu\text{m}$  정도의 상부 전극(190)을 형성하는 단계를 나타낸다. 상부 전극은 하부전극과 마찬가지로 스퍼터링법과 전자빔 증발법을 이용하여 증착하며 알루미늄, 금, 은, 백금, 타이타늄, 크롬, 구리 등을 사용하였다.
- <50> 도 3f 내지는 도 3h는 단결정 막의 분극화, 기판 영역(140)의 진동 영역(140a) 형성, 식각 공정이나 다이싱 공정을 이용한 패턴의 형성 단계를 나타낸 것으로 상기 접합 공정의 경우와 같은 방법(도 2f 내지 2h 참조)을 사용할 수 있다.
- <51> 또한, 도 4a 내지 4g는 본 발명의 또다른 한 태양에 따라 PLD(Pulsed Laser Deposition) 공정을 이용한 단결정 막 제작 공정 및 소자 제작 과정을 도시한 것이다.
- <52> 우선, 도 4a는 접합 공정에서와 마찬가지로 실리콘 기판(240)위에 진동판(260)을 형성하는 단계를 나타낸다. PLD 공정을 이용하여 단결정막을 형성하기 위해서는 진동판으로 사용될 기판이 단결정막의 결정 구조와 유사한 결정 구조를 가지고 있어야 한다. 본 발명에서는 이와 같은 진동판 물질로 스트론튬 티타네이트(STO;  $\text{SrTiO}_3$ ) 등이 바람직하게 사용하며, 이는 화학 기상 증착법을 이용하여 증착할 수 있다.
- <53> 도 4b는 형성된 진동판(260) 위에 1~5  $\mu\text{m}$  정도의 하부 전극(270)을 형성하는 단계를 나타낸다. 하부전극 역시 진동판과 마찬가지로 단결정막을 형성하기 위하여 결정 구조가 단결정막과 유사한 구조여야 한다. 본 발명에서는 이와 같은 물질로 스트론튬 루

스네이트(SRO;  $\text{SrRuO}_3$ ) 등을 바람직하게 사용한다. 전극의 형성 방법은 진동판 형성과 마찬가지로 화학 기상 증착법을 이용한다.

<54> 도 4c는 형성된 하부 전극(270) 위에 고에너지의 레이저를 이용하는 PLD 공정으로 본 발명에서 제안한 특성의 단결정막(280)을 1 내지 100  $\mu\text{m}$  정도로 증착하는 단계를 나타낸다.

<55> 또한, 도 4d 내지 도 4g는 단결정막(280)위에 상부 전극(290)을 형성하고 상기 접합 공정과 진공 증착 공정에서와 같은 조건으로 분극화 과정을 거쳐 분극화된 단결정막(280a)을 형성하고 패턴 공정을 통해 기판 영역(240, 240a)과 소자를 형성하는 단계를 나타낸다.

<56> 본 발명에 따라 제조되는 단결정 막은 일반적인 액추에이터, 잉크젯 프린터 헤드용 마이크로 액추에이터, 고주파 대역의 초음파 탐촉자, 디스플레이용 마이크로 액추에이터 등의 전기 전자 부품 제작에 유용하게 이용될 수 있다.

<57> 예를 들어, 일반적인 잉크젯 프린터 헤드용 마이크로액추에이터의 경우, 잉크젯 프린터 헤드는 잉크를 분사시키는 방식에 따라 크게 열적 방식(Thermal type), 버블젯 방식(Bubble jet type) 및 압전 방식(Piezo transducer type)으로 나누어져 있다. 이 중 열적 방식과 버블젯 방식은 전기적으로 챔버를 가열하여 챔버내 잉크가 열팽창에 의해서 노즐을 통해 분사되도록 하는 것이며, 압전 방식은 사용한 압전체의 변형에 의해서 진동판을 구동시켜 그 진동력으로 챔버내 잉크가 노즐을 통해 분사되도록 하는 것이다. 이와 같은 방식으로 분사되는 잉크는 그 입자가 수십  $\mu\text{m}$ (약 40  $\mu\text{m}$ )의 크기를 가지면서 대단히 많은 수의 입자가 동시 다발적으로 분사되므로 무엇보다도 정밀한 작동성이 요구된다.

<58> 도 5는 이 분사방식들 중에서 현재 가장 보편적으로 사용되고 있는 압전 방식의 일 실시예를 도시한 것으로, 본 발명에서는 일반적으로 널리 사용되는 PZT 압전막 대신 상술한 특정 조성의 압전 단결정 기판을 이용한 압전막을 사용한다. 이러한 압전 분사 방식에서 잉크젯 프린터 헤드는 다수의 박판들을 적층시키는 구조로 이루어지며, 적층 박판들에는 잉크를 토출하는 노즐(1a, nozzle)과 리저버(2a, reservoir)와 리스트릭터(3a, restrictor)와 챔버(4a, chamber) 및 유로(5)가 형성되도록 하며, 챔버판(4) 상부의 압전 단결정(8)과 진동판(6, vibration plate)을 구동시키는 작용에 의해 잉크가 분사되는 구성이다. 즉 압전 단결정(8)의 상부와 하부에 형성시킨 전극(7)(9)에 전원이 공급되면 압전 단결정(8)은 수축 및 팽창을 하게 되며, 이러한 압전 단결정(8)의 변형시 진동판(6)이 휨변형을 하게 되므로 챔버(4a)내 체적이 변하게 한다. 따라서 전극(7)(9)에 전원이 공급되면서 압전단결정(8)의 수축작용에 의해 진동판(6)을 휨 변형시키게 되면 일단 챔버(4a)내 체적이 축소되면서 챔버(4a)내에 채워져 있던 잉크가 유로(5)를 거쳐 노즐(1a)을 통해 토출된다. 그리고 전원 공급이 단절되면 수축되어 있던 압전 단결정(8)이 본래의 상태로 팽창을 하면서 챔버(4a)내 체적을 다시 확장시키게 되는데 이때 챔버(4a)내에서의 체적 확장에 따른 흡입력이 발생되어 리저버(2a)와 리스트릭터(3a)를 통해 일정량의 잉크가 챔버(4a)내 충전되도록 한다. 이와 같이 압전 단결정(8)과 진동판(6)의 구동에 의해 챔버(4)내로 잉크를 충전 시키거나 토출시키는 연속적인 동작에 의해 인쇄가 이루어지게 된다. 이 적층 박판들 중에서 전기적으로 구동하게 되는 구성들 즉 챔버(4a)를 형성한 챔버판(4)과 진동판(6)과 그 상부의 압전 단결정(8)과 전극(7)(9)이 통상적인 마이크로액추에이터에 해당하는 부분이다. 마이크로 액추에이터의 구동력은 결국 일정하게 공급되는 전원에 의해 변형되는 압전 단결정(8)의 변형량에 의해서 결



정된다고 할 수 있다. 또한 압전 단결정(8)의 변형은 그 상부와 하부에 형성되는 하부 전극(7)과 상부 전극(9)간 통전량에 의해서 결정된다.

<59> 또한, 본 발명의 단결정 박막 형성 방법은 박막형 공진기소자(FBAR; Film bulk acoustic resonator)의 제작에도 유용하게 이용될 수 있다. 최근 이동 통신 시장의 폭발적인 증가에 힘입어 이동 통신 분야의 급속한 발전이 거듭되고 있는데, 그 중에서도 특히 800 MHz~3 GHz의 통신 주파수를 사용하는 개인 휴대 통신 시스템, 무선가입자망, 블루투스 등의 시스템에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 통신 소자에 적합한 소자로 현재 거론되고 있는 것이 체적파를 이용한 박막형 공진기 소자이다. 이 상적인 박막형 공진기 소자의 구조는 압전 박막 양쪽에 전극을 증착한 것인데 사용되는 압전 박막이나 전극의 두께가 얇아 파손의 위험이 크다. 따라서 기판의 도입이 필요하다. 기판은 주로 실리콘이나 유리 기판, 사파이어 기판 등이 사용된다. 이러한 기판들은 음향파의 에너지를 손실시키는 경향이 있으므로 박막형 공진기 소자의 공진 특성을 저하시키는 역할을 한다. 따라서 이러한 기판의 효과를 제거하기 위해 여러 가지 구조의 박막형 공진기 소자의 제작이 이루어지고 있는데 그 중 한 구조는 도 1에서 제시된 마이크로 액추에이터의 구조와 같다. 마이크로 액추에이터와의 차이점은 전체적인 박막의 두께가 얇다는 점과 구동 주파수 대역이 다르다는 점이다. 박막형 공진기 소자에 사용되는 압전 박막의 재료로는 스퍼터링법을 이용한 ZnO, AlN, PZT 등이 주로 이용되었는데 본 발명에서 제안하는 방식으로 압전 단결정 박막을 형성할 경우 기존의 소자에 비해 성능을 크게 향상시킬 수 있게 된다.

<60> 또한, 본 발명에 따라 제작된 단결정 박막은 고주파수 대역의 초음파 탐촉자의 제작에도 유용하게 이용될 수 있다. 본 발명에 따른 방법을 통하여 수  $\mu\text{m}$ 에서

200  $\mu\text{m}$  두께의 단결정막이 만들어지면 2 GHz에서 7 MHz의 광대역의 초음파 탐촉자를 제작할 수 있다.

<61> 이 외에도 디스플레이용 마이크로 액추에이터 제작이나 강유전 광메모리 소자 제작, 기타 여러 가지 부품 및 소자 제작에도 본 발명에 따른 공정을 이용할 수 있고, 또한 특허청구범위에 의해 나타난 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 압전 소자의 제작, 개조 및 변화가 가능하다는 것을 당 업계의 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 쉽게 알 수 있을 것이다.

#### 【발명의 효과】

<62> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 방법으로 강유전성 단결정 박막 및 후막을 제공하면 종래의 PZT 등의 압전체를 사용했을 경우에 비해 압전 특성이 우수한 물질을 사용하게 됨에 따라 일반적인 액추에이터, 잉크젯 프린터 헤드용 마이크로 액추에이터, 박막형 공진 소자, 초음파 탐촉자, 표면 탄성파 필터(SAW; Surface Acoustic Wave Filter) 등 여러 가지 부품 및 소자의 성능을 크게 향상시킬 수 있고 또한 녹는점이 낮은 전극물질을 사용할 수 있게 됨에 따라 생산비 절감의 효과가 있을 것으로 기대된다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

단결정성 박막을 포함하는 전자 부품 또는 소자의 제작 방법에 있어서, 단결정성 박막이 강유전성 단결정 기판을 전도성 접착제에 의해 그의 하부층과 접합함으로써 형성됨을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 단결정 기판이 하부층과 접합되기 전이나 후에 기계적으로 또는 화학기계적으로 연마되며, 1 내지 100  $\mu\text{m}$  범위의 연마후 두께를 가짐을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서,

단결정 기판과 하부층간의 접합이, 접착제를 도포한 후 100 내지 150  $^{\circ}\text{C}$  범위의 온도에서 1 내지 2 시간 열처리함으로써 수행됨을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 4】**

제 3 항에 있어서,

상기 접착제가 금 또는 은을 함유하는 에폭시계 페이스트임을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 5】**

제 3 항에 있어서,

상기 접착제가 스핀 코팅법(spin coating) 또는 스크린 프린팅법(screen printing)에 의해 도포되는 것을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 6】**

제 1 항에 있어서,

단결정 기판과 하부층간의 접합이, 강유전성 단결정 기판 및 그의 하부층이 될 별도의 층 위에 각각 전도성 금속을 증착시킨 후 두 전도성 금속층들을 합하여 가압하에 400 내지 500 ℃ 범위의 온도에서 열처리함으로써 수행됨을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 7】**

단결정성 박막을 포함하는 전자 부품 또는 소자의 제작 방법에 있어서, 단결정성 박막이 강유전성 단결정 기판 상에 증착법에 의해 전도성 금속층을 증착시킴으로써 형성됨을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 8】**

제 7 항에 있어서,

상기 단결정성 기판이 100 내지 400  $\mu\text{m}$  범위의 두께를 가짐을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 9】**

제 7 항에 있어서,

상기 증착법이 진공 스퍼터링법(sputtering) 또는 전자빔 증발법(electron beam evaporation)임을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 10】**

제 7 항에 있어서,

상기 전도성 금속이 알루미늄, 금, 은, 백금, 티타늄, 크롬 및 구리로 이루어진 군 중에서 선택됨을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 11】**

단결정성 박막을 포함하는 전자 부품 또는 소자의 제작 방법에 있어서, 단결정성 박막이, 강유전성 단결정을 하부층 상에 PLD(Pulsed Laser Deposition) 공정에 의해 박막 형태로 증착시킴으로써 형성됨을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 12】**

제 11 항에 있어서,

하부층이 스트론튬 티타네이트(STO;  $\text{SrTiO}_3$ ) 또는 스트론튬 루스네이트(SRO;  $\text{SrRuO}_3$ )로 이루어짐을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 13】**

제 11 항에 있어서,

단결정 박막이 1 내지 100  $\mu\text{m}$ 의 범위의 두께를 가짐을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 14】**

제 1, 7 또는 11 항에 있어서,

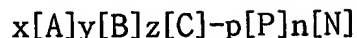
강유전성 단결정이 유전상수 1000 이상의 것임을 특징으로 하는 방법.

**【청구항 15】**

제 1, 7 또는 11 항에 있어서,

강유전성 단결정이  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{LiTaO}_3$  또는 하기 화학식 1의 조성을 가진 것임을 특징으로 하는 방법:

화학식 1



상기 식에서,

[A] 는 납 마그네슘 나이오베이트[Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>] 또는 납 아연 나이오베이트[Pb(Zn<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>]이고,

[B]는 납 타이타네이트[PbTiO<sub>3</sub>]이며,

[C] 는 리튬 탄탈레이트[LiTaO<sub>3</sub>] 또는 리튬 나이오베이트[LiNbO<sub>3</sub>]이고,

[P]는 백금, 금, 은, 팔라듐 및 로듐으로 이루어진 군 중에서 선택된 하나의 금속이며,

[N] 은 니켈, 코발트, 철, 스트론튬, 스칸듐, 루세튬, 구리 및 카드뮴으로 이루어진 군 중에서 선택된 하나의 금속의 산화물이고,

x는 0.65 보다 크고 0.98 보다 작은 수이며,

y 는 0.01 보다 크고 0.34 보다 작은 수이고,

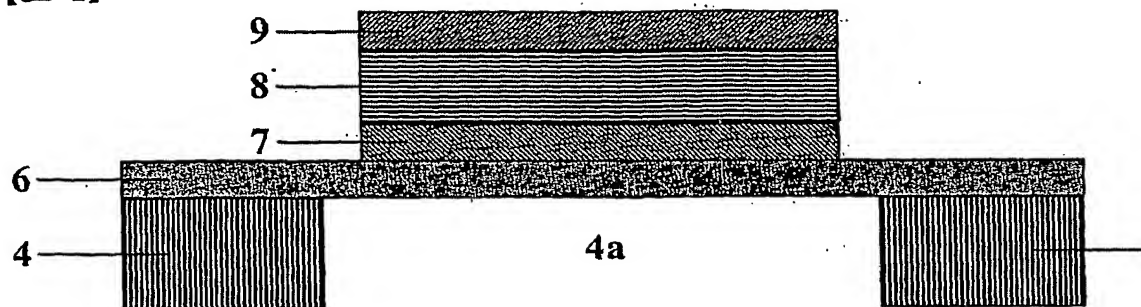
z는 0.01 보다 크고 0.1 보다 작은 수이며,

p 및 n은 각각 0.01 보다 크고 5 보다 작은 수이다.

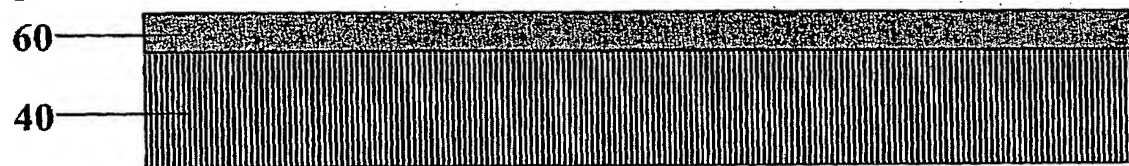
1020020080745

【도면】

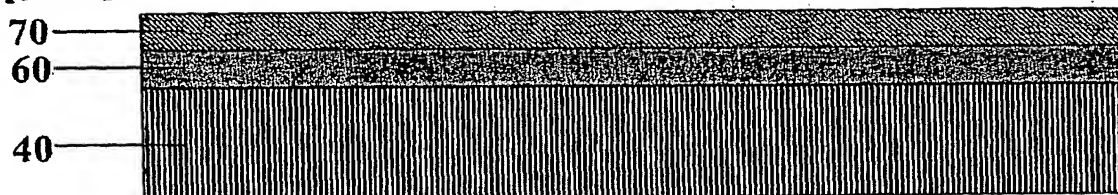
【도 1】



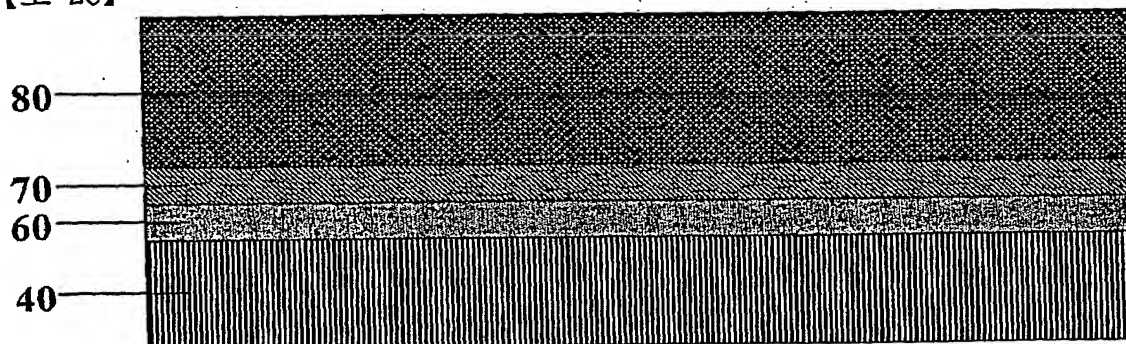
【도 2a】



【도 2b】

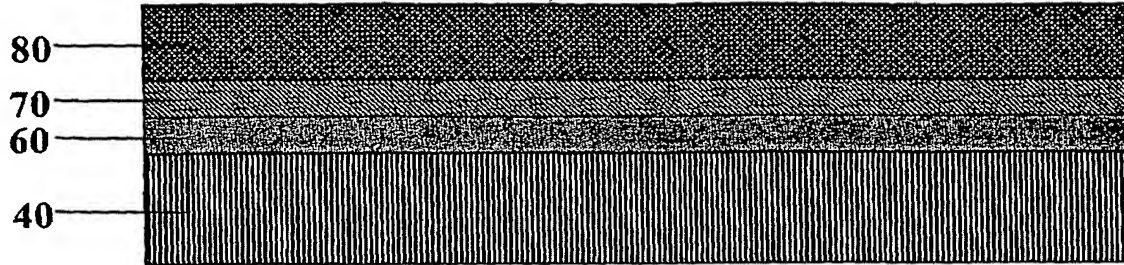


【도 2c】

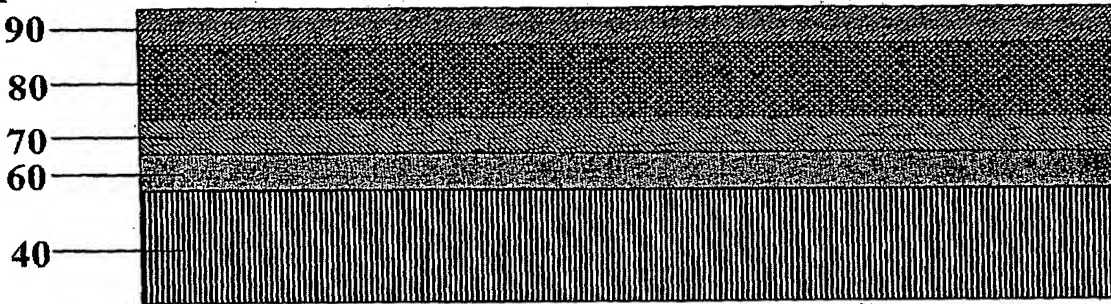


1020020080745

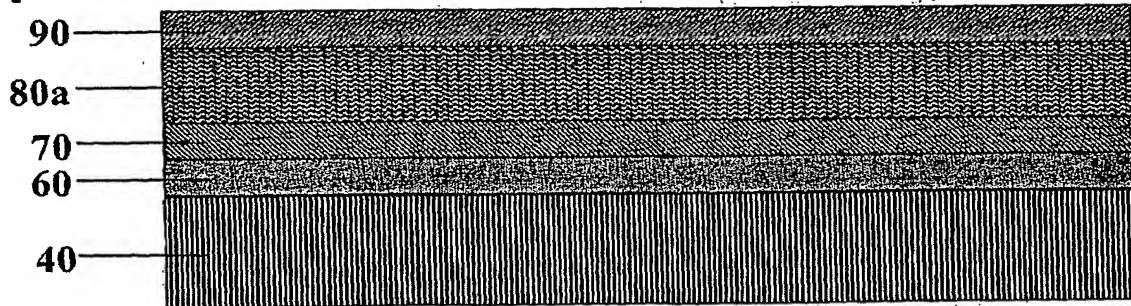
【도 2d】



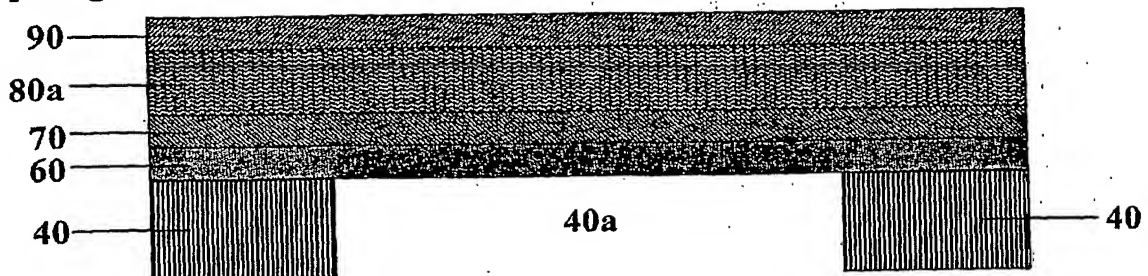
【도 2e】



【도 2f】



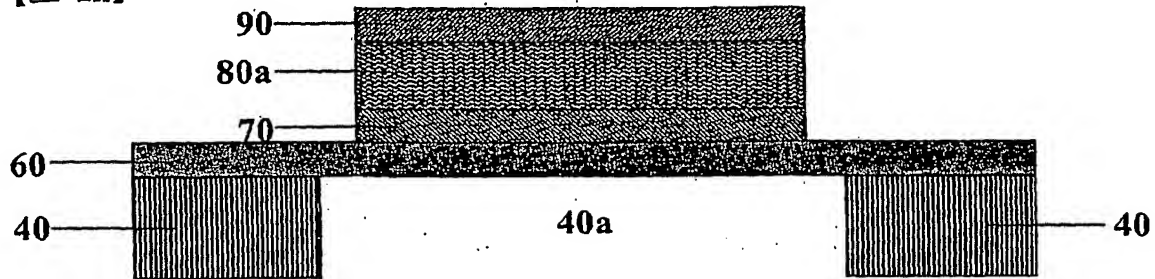
【도 2g】



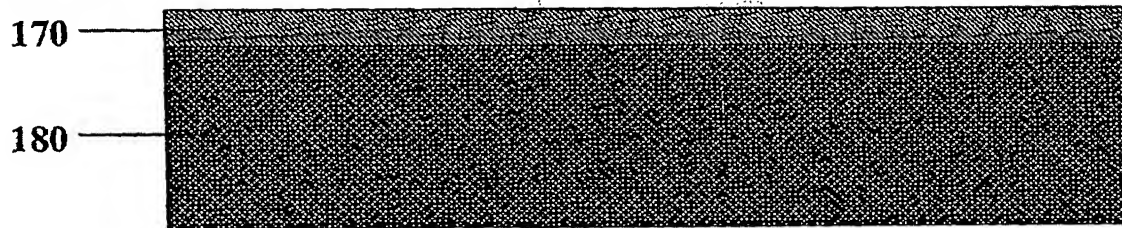


1020020080745

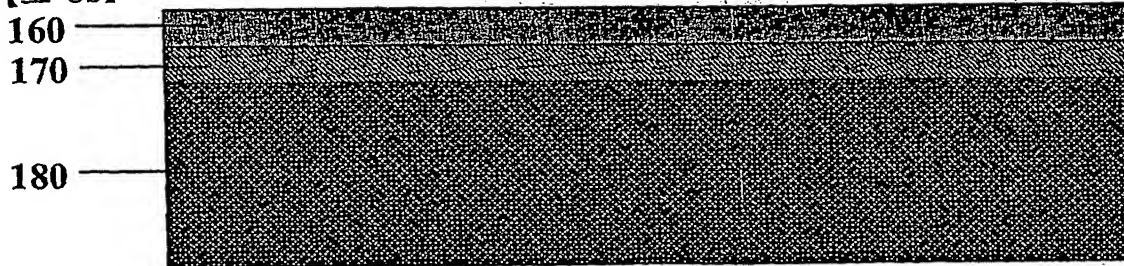
【도 2h】



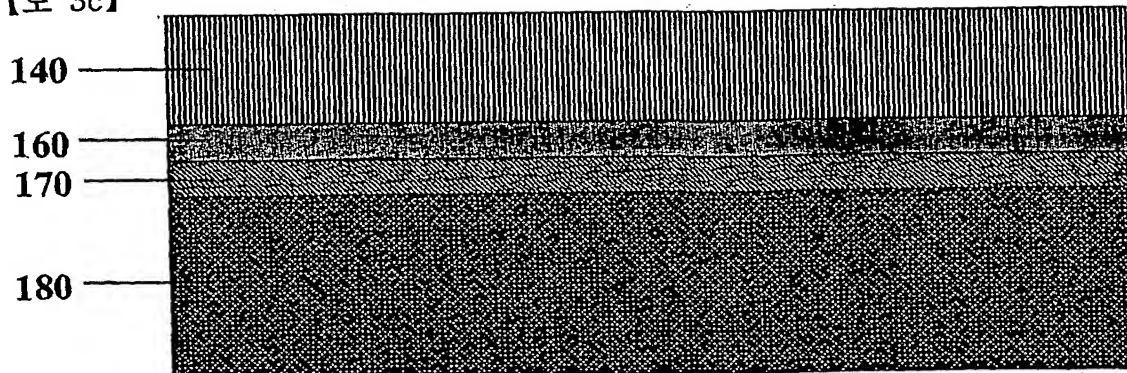
【도 3a】



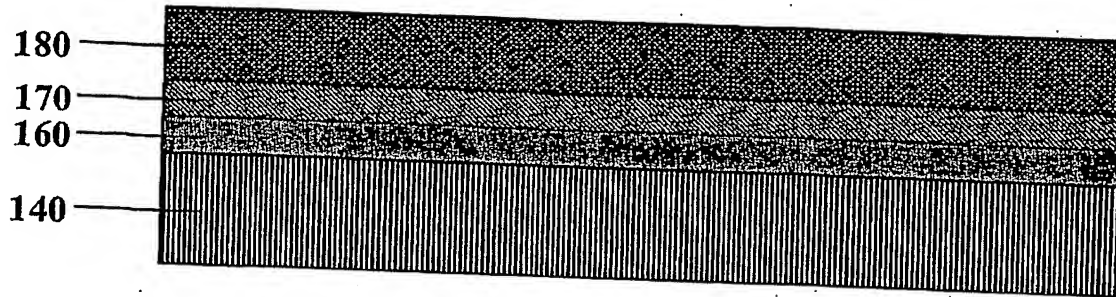
【도 3b】



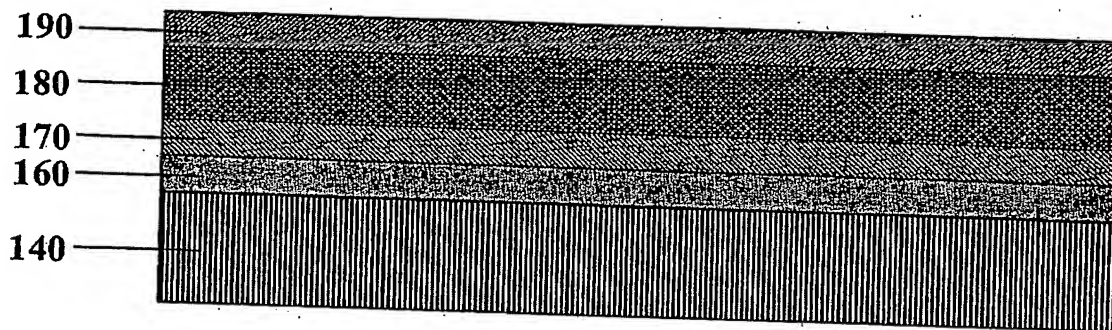
【도 3c】



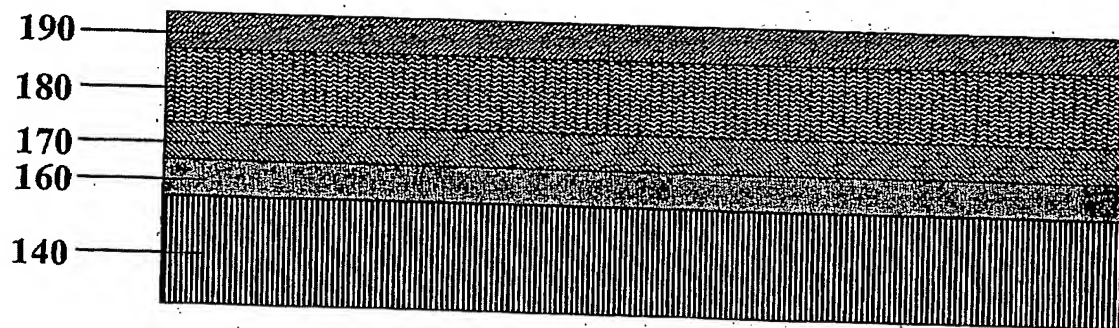
【도 3d】



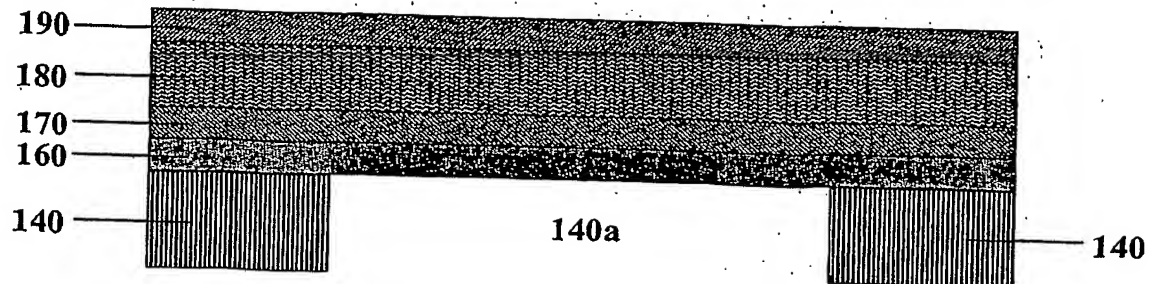
【도 3e】



【도 3f】

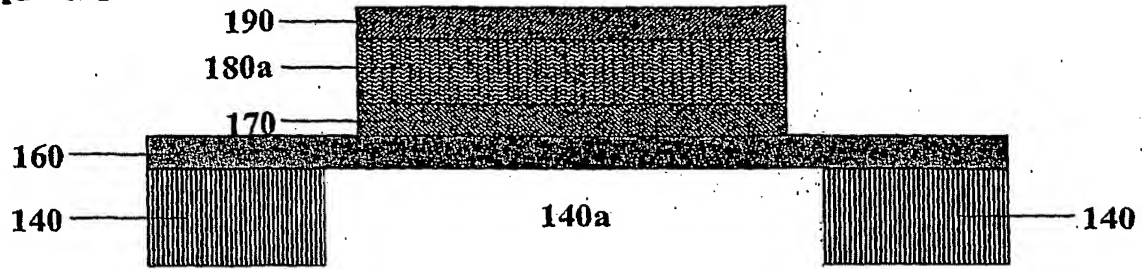


【도 3g】

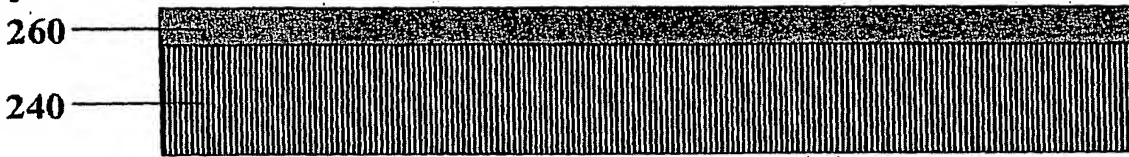


1020020080745

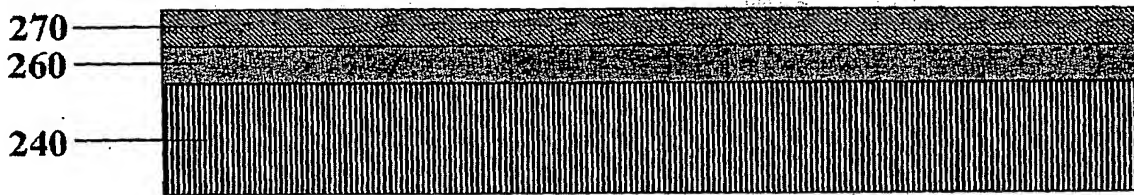
【도 3h】



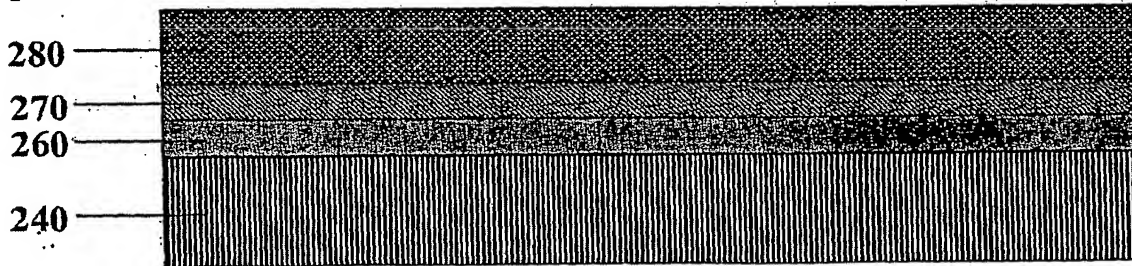
【도 4a】



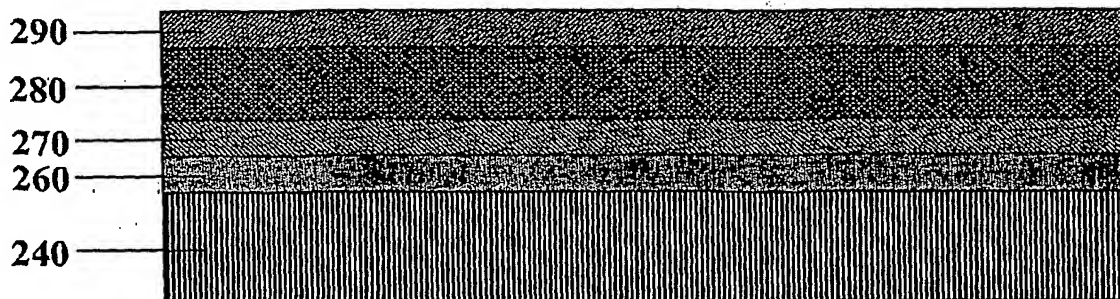
【도 4b】



【도 4c】

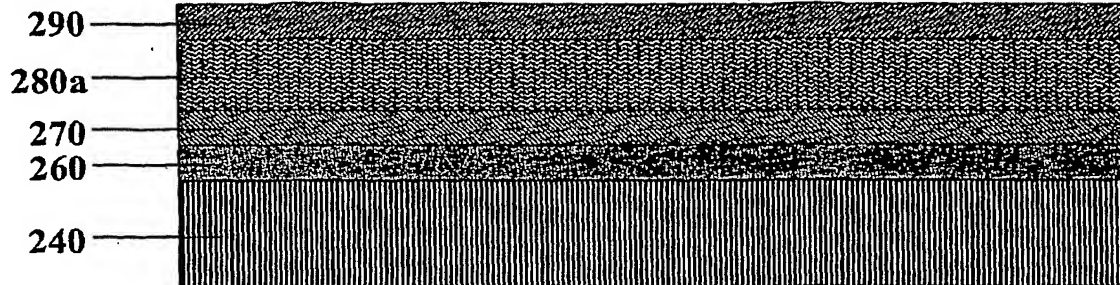


【도 4d】

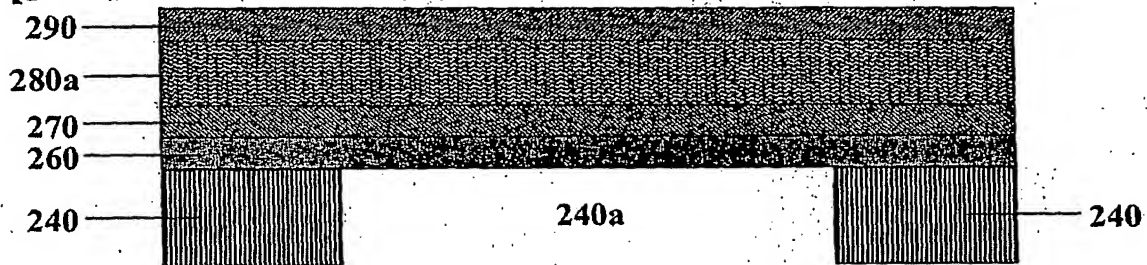


1020020080745

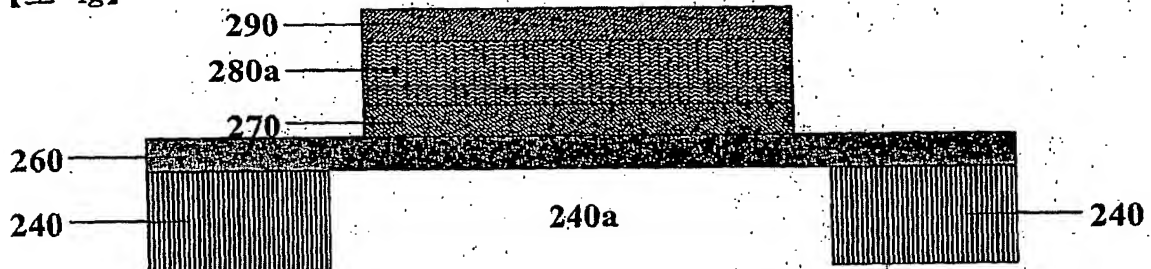
【도 4e】



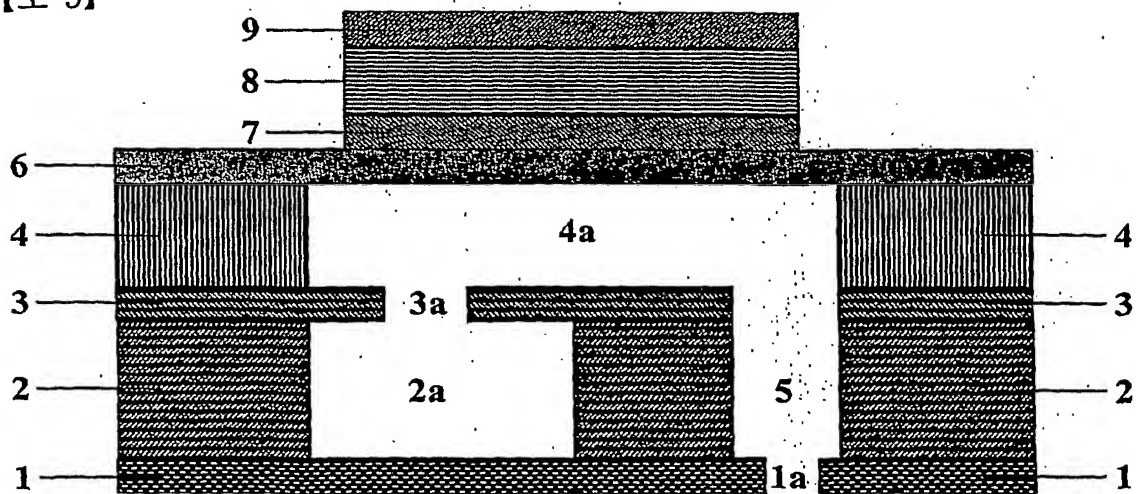
【도 4f】



【도 4g】



【도 5】



【도 6】

